

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 799 545

(21) N° d'enregistrement national :

99 12513

(51) Int Cl⁷ : G 01 M 11/02, B 24 B 13/005

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 07.10.99.

(30) Priorité :

(71) Demandeur(s) : BRIOT INTERNATIONAL Société anonyme — FR.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 13.04.01 Bulletin 01/15.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(72) Inventeur(s) : VIDEKOQ JEAN JACQUES et MERISSE JEAN EMMANUEL FRANCOIS HENRY.

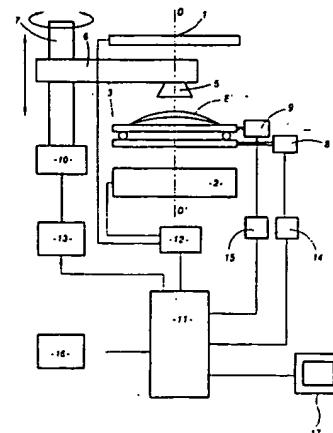
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

(54) PROCÉDÉ ET APPAREIL DE CENTRAGE D'UNE LENTILLE OPHTALMIQUE.

(57) Le centrage d'une lentille (E) sur un axe de référence (OO') défini par un émetteur (1) et un récepteur (2) est réalisé en déterminant un centre optique approximatif de la lentille, en effectuant un centrage approximatif correspondant de la lentille, puis en déplaçant celle-ci suivant un vecteur pré-déterminé. L'analyse du déplacement correspondant de l'image de l'émetteur sur le récepteur permet de déduire la position précise du centre optique de la lentille.

Application à la pose d'un adaptateur de meulage.



FR 2 799 545 - A1

BEST AVAILABLE COPY

La présente invention est relative à un procédé de détermination du centre optique d'une lentille ophtalmique, du type dans lequel :

- en l'absence de lentille, on analyse une première image d'un émetteur de rayonnement sur un récepteur, l'émetteur et le récepteur étant alignés sur un axe de référence;
- 5 - on place la lentille ophtalmique sur un support transparent au rayonnement et situé entre l'émetteur et le récepteur, et on analyse la dimension et la position de l'image modifiée obtenue ; et
- 10 - on déduit de cette analyse la position d'un centre optique approximatif de la lentille.

Elle s'applique en particulier à la pose automatique ou semi-automatique d'un adaptateur de meulage sur des ébauches circulaires de verres optiques destinées à être meulées.

La technique classique va tout d'abord être expliquée en regard des Figures 1 et 2, qui sont des schémas

20 en perspective illustrant les parties principales de l'appareil utilisé, et de la Figure 3, qui est une vue schématique en coupe axiale verticale d'une lentille ophtalmique dont on recherche le centre optique.

Les appareils existants comportent un émetteur lumineux 1, notamment un faisceau lumineux ou une mire, et un récepteur 2, notamment un élément photosensible CCD ou autre. L'appareil comprend de plus un support 3 de lentille ophtalmique disposé entre l'émetteur et le récepteur. Ce support, transparent au rayonnement émis par l'émetteur, est 25 constitué en pratique d'une table XY, munie éventuellement de moyens d' entraînement en rotation.

30 En l'absence de lentille, le récepteur analyse la position d'un point prédéterminé de l'image, typiquement de son barycentre O', qui est l'image du barycentre O de

l'émetteur, ainsi que la dimension de l'image de l'émetteur. Cette dimension est évaluée en mesurant la distance séparant deux points spécifiques de l'image de l'émetteur sur le récepteur. La droite OO' constitue l'axe vertical de référence.

Lorsqu'une lentille ou verre optique ou ébauche E est placée dans l'appareil (Fig.2), sur le support 3, l'émetteur est vu à travers la lentille. L'image produite sur le récepteur est donc déviée/déformée en fonction des caractéristiques optiques de la lentille. Ainsi, en considérant le foyer objet F de la lentille et l'intersection M de l'axe OO' avec le plan moyen P de la lentille, qui est le plan passant à la moyenne de l'épaisseur de la lentille, la nouvelle position A' du barycentre de l'image se trouve sur la droite FM.

L'image ainsi déformée est analysée, le système recherche la nouvelle position A' du barycentre de l'image et mémorise la dimension de l'image de l'émetteur. A partir de ces informations, le système déduit les paramètres suivants :

(1) Le centre optique CO se trouve sur la droite définie par l'intersection de deux plans :

- le plan moyen P de la lentille défini ci-dessus ;
et

25 - le plan défini par les points O, O' et A'.

(2) Le facteur de grossissement G de la lentille, qui est le rapport entre la dimension de l'image prise sans verre et la dimension de l'image prise à travers le verre.

30 (3) La distance d de décentrement de la lentille, c'est-à-dire la distance entre le centre optique CO de la lentille et l'axe OO' dans le plan moyen de la lentille. Cette distance est calculée en mesurant sur l'image la distance O'A' et en appliquant cette valeur à une fonction du type $d = f(O'A', G, L, I)$, où :

- $O'A'$ est mesuré sur l'image de l'émetteur sur le récepteur ;

- G est le facteur de grossissement de la lentille ;

5 - L est la distance entre l'émetteur et le plan moyen P de la lentille ; et

- l est la distance entre le plan moyen de la lentille et le récepteur.

La fonction f est une fonction relativement simple, qui résulte de calculs d'optique géométrique classiques.

10 Lorsque le centre optique CO est ainsi déterminé, on l'aligne sur l'axe OO' . Un adaptateur de meulage 5, par exemple adhésif, est porté par un bras 6 qui pivote autour d'un axe vertical 7 parallèle à l'axe OO' . On aligne l'axe de l'adaptateur sur l'axe OO' , puis on descend l'adaptateur 15 jusqu'au contact de la lentille.

La position du centre optique déterminée de la manière expliquée ci-dessus, se révèle dans de nombreux cas imprécise, notamment pour les raisons suivantes.

a) Pour des verres de faible correction, un 20 décentrement d de plusieurs centimètres génère une distance $O'A'$ très petite. Pour un décentrement de quelques millimètres, la distance $O'A'$ devient infime. Dans ce contexte une erreur infime sur la mesure de $O'A'$ est multipliée, par effet de levier, sur la position calculée du 25 centre optique de la lentille. De plus, lorsque $O'A'$ devient très petit, la distance $O'A'$ est plus petite que la résolution de mesure des récepteurs communément utilisés ; ceci génère des erreurs importantes sur la mesure de $O'A'$ et donc sur la position du centre optique.

30 (b) La formule permettant de définir la distance d prend en compte les grandeurs L et l , qui sont les distances respectives de l'émetteur et du récepteur au plan moyen P de la lentille à l'endroit de la mesure.

En réalité, si l'on considère deux mesures faites sur une même lentille à deux endroits différents suivant deux axes $O_1O'_1$ et $O_2O'_2$ (Fig.3), le plan moyen P_1 , P_2 ne se situe pas au même niveau puisque selon les courbures de la 5 lentille, son épaisseur et sa flèche varient. Les grandeurs L_1 et l_1 sont par suite différentes des grandeurs L_2 et l_2 .

Ce problème est accentué si l'on considère toutes les lentilles à traiter, de la plus mince à la plus épaisse. En effet, l'épaisseur et la flèche des lentilles varient.

10 Finalement, les grandeurs L et l varient d'une lentille à l'autre, et elles varient aussi sur une même lentille si l'on considère deux points de mesures différents.

Pour toutes ces raisons, le centre optique déterminé 15 comme ci-dessus est en fait un centre optique approximatif de la lentille.

Pour s'abstraire de ces difficultés, la majorité des systèmes prennent en compte un plan moyen qui est un plan se situant à la moyenne des épaisseurs de lentilles à traiter.

20 Les grandeurs L et l ainsi fixées influent bien entendu de façon négative sur la précision de détection du centre optique.

L'invention a pour but de fournir un procédé et un appareil capables d'atteindre une précision de 25 positionnement du centre optique des lentilles ophtalmiques de l'ordre de 0,1 mm, tout en utilisant un récepteur standard du commerce ayant un coût raisonnable et en modifiant de façon peu coûteuse les appareils existants.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé du 30 type précité, caractérisé en ce qu'on effectue en outre les opérations suivantes :

- on déplace la lentille suivant un vecteur prédéterminé ;

- on mesure le déplacement résultant d'un point prédéterminé de l'image ; et

- on déduit de cette dernière mesure la position du centre optique de la lentille.

5 Le procédé selon l'invention peut comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes leurs combinaisons techniques possibles :

- après avoir déterminé le centre optique approximatif de la lentille, on déplace la lentille pour 10 amener ce centre optique approximatif à une première position déterminée, puis à une seconde position déterminée décalée sensiblement de la même distance par rapport à l'axe de référence que ladite première position, et on mesure le déplacement dudit point prédéterminé de l'image de 15 l'émetteur le centre optique approximatif s'est déplacé de la première position prédéterminée à la seconde position déterminée ;

- lesdites première et seconde positions déterminées sont sensiblement symétriques par rapport à l'axe de
20 référence ;

- ledit point prédéterminé est le barycentre de l'image ;

- on choisit une amplitude du ou de chaque déplacement de la lentille d'autant plus faible que la 25 puissance de la lentille est plus grande ;

- après détermination du centre optique de la lentille, on amène ce centre optique sur l'axe de référence ; et

- après avoir amené le centre optique sur l'axe de 30 référence, on y pose un adaptateur destiné au meulage de la lentille.

L'invention a également pour objet un appareil de centrage destiné à la mise en oeuvre du procédé défini ci-dessus.

Cet appareil, du type comprenant un émetteur de rayonnement, un récepteur de rayonnement, un support de lentille transparent au rayonnement et disposé entre l'émetteur et le récepteur, et des moyens d'analyse du rayonnement capté et de commande, adaptés pour faire effectuer à la lentille des mouvements relatifs par rapport à l'axe de référence défini par l'émetteur et le récepteur, est caractérisé en ce que les moyens d'analyse et de commande sont adaptés pour commander un déplacement de la lentille entre deux positions, mesurer le déplacement correspondant de l'image de l'émetteur sur le récepteur, en déduire le déplacement de la lentille nécessaire pour disposer son centre optique sur l'axe de référence, et commander ce déplacement.

Suivant d'autres caractéristiques de cet appareil :

- lesdites deux positions sont sensiblement décalées d'une même distance par rapport à l'axe de référence ;
- lesdites deux positions sont sensiblement symétriques par rapport à l'axe de référence ; et
- les moyens d'analyse et de commande contiennent des données permettant de déterminer un déplacement minimal de la lentille pour assurer un déplacement de l'image détectable sur le récepteur.

Des exemples de mise en oeuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard des Figures 4 à 9 annexées, sur lesquelles :

- 30 - la Figure 4 est un schéma analogue à la Figure 2, illustrant le procédé suivant l'invention ;
- les Figures 5 et 6 sont des vues schématiques en coupe verticale de deux lentilles différentes auxquelles on applique ce procédé ;

- la Figure 7 est une abaque qui porte en abscisses la puissance de la lentille en dioptries, et en ordonnées le facteur de grossissement correspondant dans l'appareil utilisé ;

5 - la Figure 8 est une abaque qui porte en abscisses la puissance de la lentille en dioptries, et en ordonnées le déplacement minimal utilisable de la lentille ; et

- la Figure 9 représente schématiquement l'appareil de centrage utilisé.

10 Pour expliquer le procédé de l'invention, on assimilera tout d'abord la lentille E à une lentille mince sans épaisseur.

On a illustré à la Figure 4 deux positions de la lentille dans le même plan P :

15 - une première position E_1 dans laquelle le centre optique approximatif se trouve en un emplacement CO_1 décalé d'une distance d_1 par rapport à l'axe OO'. Les points O, O', F_1 , A'_1 et CO_1 sont coplanaires comme décrit plus haut en regard de la Figure 2 ;

20 - une seconde position E_2 dans laquelle le centre optique approximatif se trouve en un emplacement CO_2 décalé d'une distance d_2 par rapport à l'axe OO'. Les points O, O', F_2 , A'_2 et CO_2 sont coplanaires.

La lentille occupant la première position, on 25 l'amène à sa seconde position par un déplacement suivant un vecteur connu E_x , E_y . On mesure le déplacement résultant A'_x , A'_y du barycentre A' , de A'_1 à A'_2 .

Lorsque les positions E_1 et E_2 sont voisines de la 30 position centrée de la lentille, dans un sens qui apparaîtra plus loin, les déplacements du point A' sont pratiquement proportionnels à ceux du centre optique, suivant chaque axe principal d'un repère orthonormé : $A'_x = aE_x$, $A'_y = bE_y$.

Ayant ainsi déterminé les coefficients a et b , on en déduit le déplacement de la lentille qui amène exactement

son centre optique sur l'axe OO' , c'est-à-dire qui amène le point A' en O' .

Les Figures 5 et 6 montrent que plus la lentille est puissante, c'est-à-dire plus sa correction est forte, plus les points CO_1 et CO_2 doivent être proches de l'axe OO' pour éviter une perte de précision. En effet, pour une lentille faiblement correctrice (Figure 5), le plan moyen P varie peu sur une plage relativement importante de positions du point de mesure par rapport au centre optique. En revanche, pour une lentille fortement correctrice (Figure 6), la même précision sur la position du plan moyen P suppose que l'on reste beaucoup plus près du centre optique.

Pour éviter toute difficulté de ce point de vue, et faire abstraction des variations de position du plan moyen P , on choisit deux positions E_1 et E_2 de la lentille qui sont sensiblement symétriques par rapport à sa position d'alignement du centre optique sur l'axe OO' .

Par ailleurs, il est clair qu'une autre condition du bon fonctionnement du procédé est que les distances $O'A'_1$ et $O'A'_2$ soient suffisantes pour être détectées de façon fiable par le récepteur 2.

Ces considérations conduisent au mode opératoire suivant.

La lentille E est posée sur le support 3 en une position quelconque. Une première image est saisie et analysée et on déduit une position approximative du centre optique de la manière classique décrite plus haut en regard de la Figure 2.

Comme on l'a indiqué, la mesure de cette première image fournit le facteur de grossissement G de la lentille dans l'appareil. L'abaque de la Figure 7 permet d'en déduire la puissance ou facteur de correction C de la lentille. Par exemple, comme illustré sur la Figure 7, on a mesuré un

grossissement de 1,2, ce qui donne un facteur C de +3 dioptries.

On se reporte ensuite à l'abaque de la Figure 8. Celle-ci indique, pour un facteur C donné, le déplacement D de la lentille, en mm, qui est nécessaire pour observer un déplacement du point A' d'une unité élémentaire (1 pixel) sur le récepteur CCD. Ainsi, dans l'exemple précédent, le facteur C étant + 3 dioptries, le récepteur est capable de détecter le déplacement du point A' pour un déplacement de la lentille d'environ 0,15 mm.

Par conséquent, on choisira deux positions E_1 et E_2 dans lesquelles CO_1 et CO_2 sont écartés d'une même distance $d_1 = d_2$, qui est nettement supérieure à 0,15 mm, de l'axe OO' . En pratique, les positions E_1 et E_2 sont choisies de manière que CO_1 et CO_2 soient symétriques par rapport à l'axe OO' , comme représenté.

En particulier, la première position E_1 peut être la position qui a servi à déterminer le point CO_1 , si la distance d de la Figure 2 convient.

A partir des deux positions de la lentille, on calcule les coefficients a et b précités, on en déduit le déplacement que doit effectuer la lentille pour que le centre optique soit aligné avec l'axe OO' , et on effectue ce déplacement.

Enfin, la lentille étant ainsi centrée avec précision, on amène l'adaptateur 5 sur l'axe OO' , et on provoque sa descente jusqu'à sa fixation par adhérence sur la lentille. L'adaptateur est alors sensiblement parfaitement centré sur le centre optique de cette dernière.

On a schématisé sur la Figure 9 l'appareil mettant en oeuvre le procédé décrit ci-dessus. On retrouve l'émetteur 1, le récepteur 2, le support de lentille 3, constitué par une table XY, avec un moteur X 8 et un moteur Y 9. Le bras 6 portant un adaptateur 5 est monté sur un axe

vertical 7 de façon à la fois pivotant et mobile en translation verticale, comme schématisé par les flèches. Les moyens d'entraînement du bras 6 sont schématisés en 10.

On a également représenté sur la Figure 9 une unité 5 de traitement d'informations et de commande 11, des interfaces 12 à 15 entre cette unité et les organes 1-2, 8, 9 et 10 respectivement, une interface homme-machine 16 reliée à l'unité 11, et un afficheur 17 relié à cette même unité.

10 Bien entendu, l'unité 11 est alimentée par les données et les moyens de calcul nécessaires à l'exécution du programme décrit plus haut, et il s'agit là de la seule modification par rapport aux appareils classiques de centrage.

15 Avec un tel appareil, on peut réaliser la pose de l'adaptateur sur une lentille E de façon automatique, ou au moins semi-automatique pour permettre un choix par l'opérateur des deux positions E1 et E2.

En variante, on comprend que la lentille peut être 20 posée sur un support fixe tandis que les déplacements précités sont effectués par l'ensemble émetteur-récepteur et par l'arbre 7.

REVENDICATIONS

1 - Procédé de détermination du centre optique d'une lentille ophtalmique, du type dans lequel :

5 - en l'absence de lentille, on analyse une première image d'un émetteur de rayonnement (1) sur un récepteur (2), l'émetteur et le récepteur étant alignés sur un axe de référence (OO') ;

10 - on place la lentille ophtalmique (E) sur un support (3) transparent au rayonnement et situé entre l'émetteur (1) et le récepteur (2), et on analyse la dimension et la position de l'image modifiée obtenue ; et

- on déduit de cette analyse la position d'un centre optique approximatif (CO) de la lentille,

15 caractérisé en ce qu'on effectue en outre les opérations suivantes :

- on déplace la lentille suivant un vecteur prédéterminé (CO₁-CO₂) ;

- on mesure le déplacement résultant (A'₁-A'₂) d'un point prédéterminé de l'image ; et

20 - on déduit de cette dernière mesure la position du centre optique de la lentille.

25 2 - Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que, après avoir déterminé le centre optique approximatif de la lentille, on déplace la lentille (E) pour amener ce centre optique approximativement à une première position déterminée (CO₁), puis à une seconde position déterminée (CO₂) décalée sensiblement de la même distance (d₁, d₂) par rapport à l'axe de référence (OO') que ladite première position, et on mesure le déplacement dudit point 30 prédéterminé de l'image de l'émetteur (1) lorsque le centre optique approximatif s'est déplacé de la première position prédéterminée (CO₁) à la seconde position déterminée (CO₂) .

3 - Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce que lesdites première et seconde positions déterminées

(CO₁, CO₂) sont sensiblement symétriques par rapport à l'axe de référence (O').

4 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit point 5 prédéterminé est le barycentre (O', A') de l'image.

5 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on choisit une amplitude du ou de chaque déplacement de la lentille (E) d'autant plus faible que la puissance de la lentille est 10 plus grande.

6 - Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, après détermination du centre optique de la lentille (E), on amène ce centre optique sur l'axe de référence (OO').

15 7 - Procédé suivant la revendication 6, caractérisé en ce que, après avoir amené le centre optique sur l'axe de référence (OO'), on y pose un adaptateur (5) destiné au meulage de la lentille.

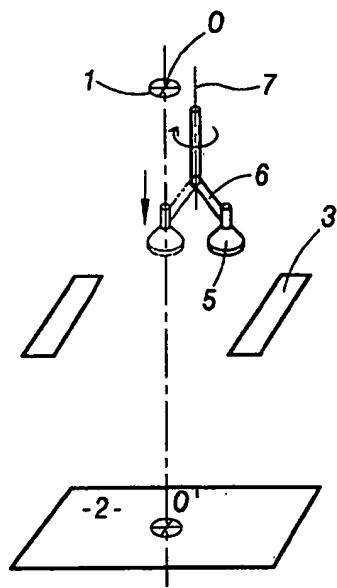
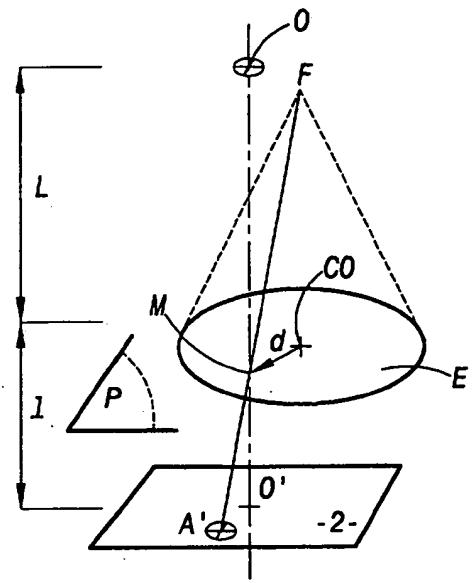
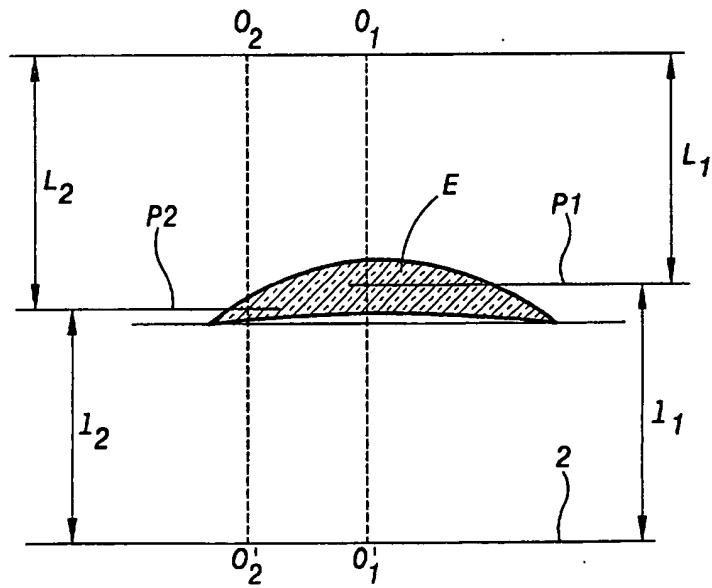
8 - Appareil de centrage d'une lentille ophtalmique, 20 du type comprenant un émetteur de rayonnement (1), un récepteur de rayonnement (2), un support de lentille (3) transparent au rayonnement et disposé entre l'émetteur et le récepteur, et des moyens (11) d'analyse du rayonnement capté et de commande, adaptés pour faire effectuer à la lentille 25 (E) des mouvements relatifs par rapport à l'axe de référence (OO') défini par l'émetteur et le récepteur, caractérisé en ce que les moyens d'analyse et de commande (11) sont adaptés pour commander un déplacement de la lentille entre deux positions (E₁, E₂), mesurer le déplacement correspondant 30 (A'₁, A'₂) de l'image de l'émetteur (1) sur le récepteur (2), en déduire le déplacement de la lentille nécessaire pour disposer son centre optique sur l'axe de référence, et commander ce déplacement.

9 - Appareil suivant la revendication 8, caractérisé en ce que lesdites deux positions (E_1 , E_2) sont sensiblement décalées d'une même distance par rapport à l'axe de référence (OO').

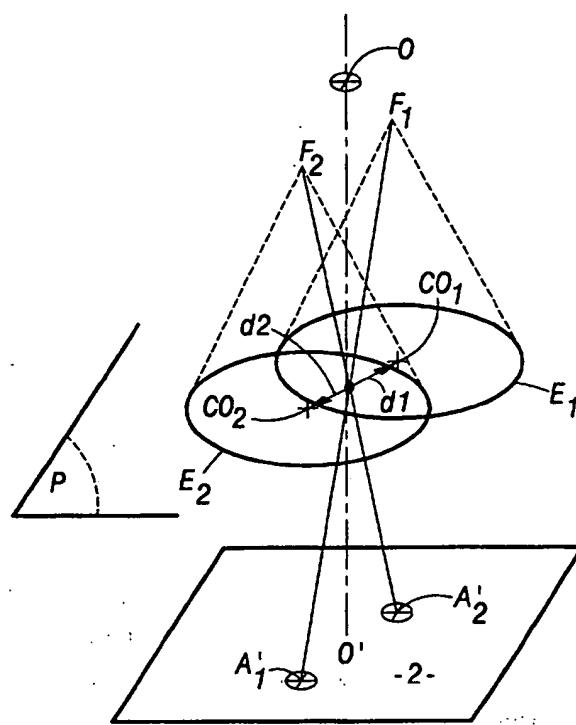
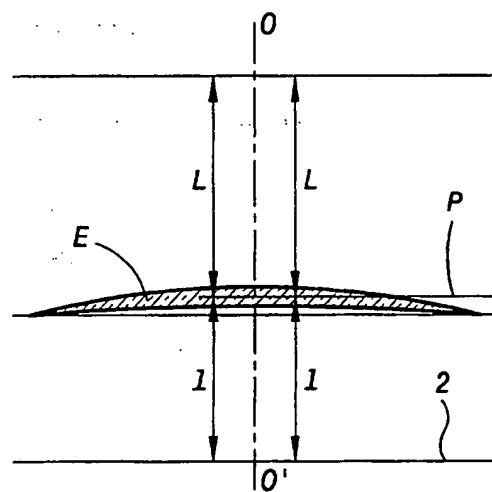
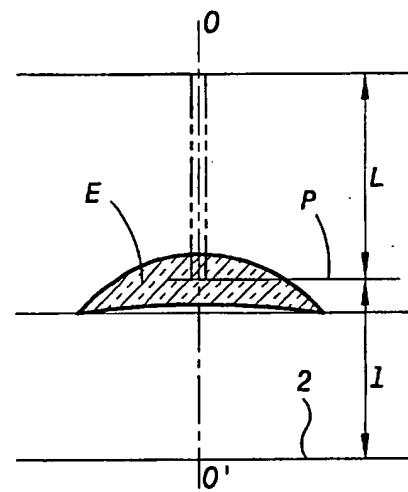
5 10 - Appareil suivant la revendication 9, caractérisé en ce que lesdites deux positions (E_1 , E_2) sont sensiblement symétriques par rapport à l'axe de référence (OO').

11 - Appareil suivant l'une quelconque des 10 revendications 8 à 10, caractérisé en ce que les moyens d'analyse et de commande (11) contiennent des données permettant de déterminer un déplacement minimal de la lentille (E) pour assurer un déplacement de l'image détectable sur le récepteur (2).

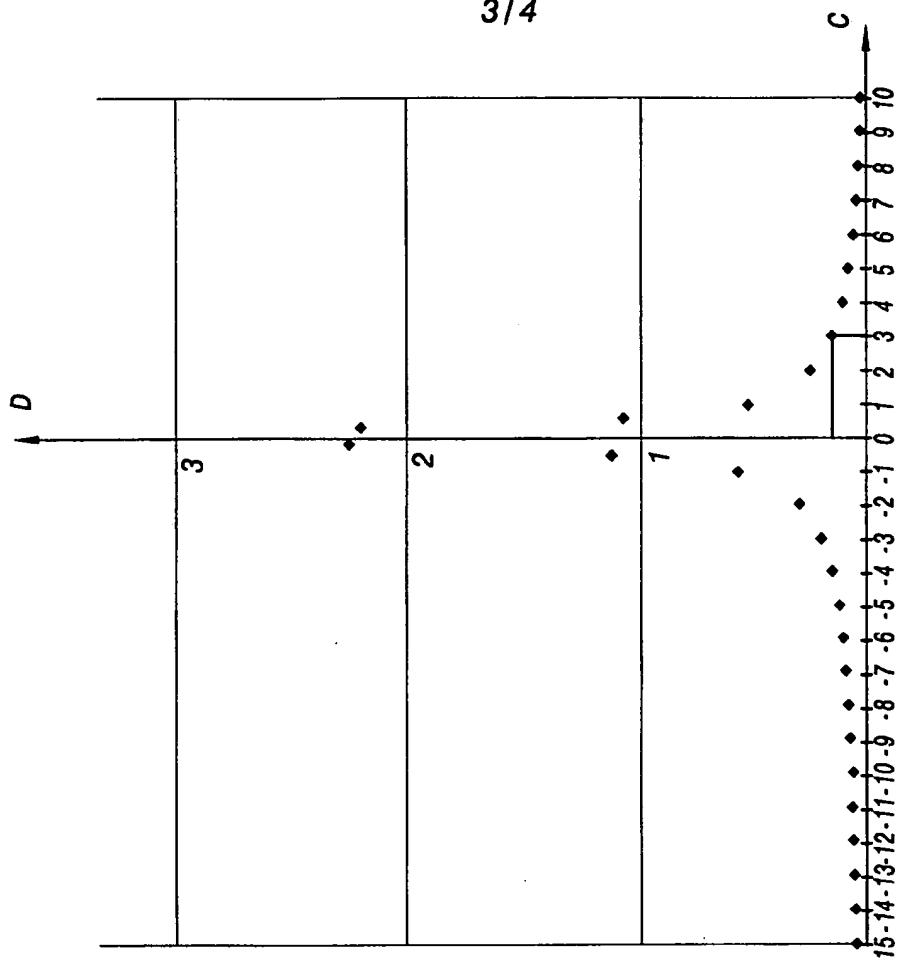
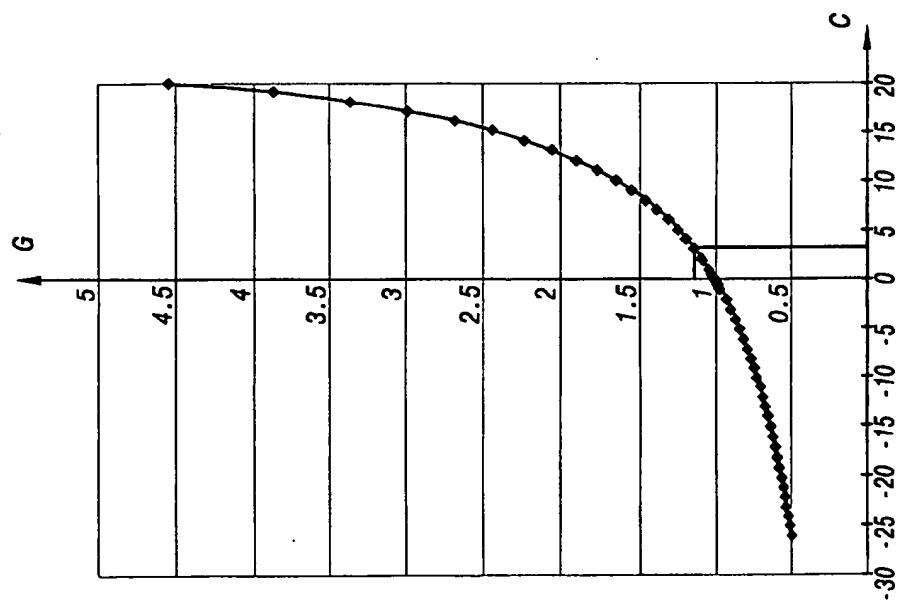
1/4

**FIG. 1****FIG. 2****FIG. 3**

2/4

**FIG.4****FIG.5****FIG.6**

3/4

FIG.8FIG.7

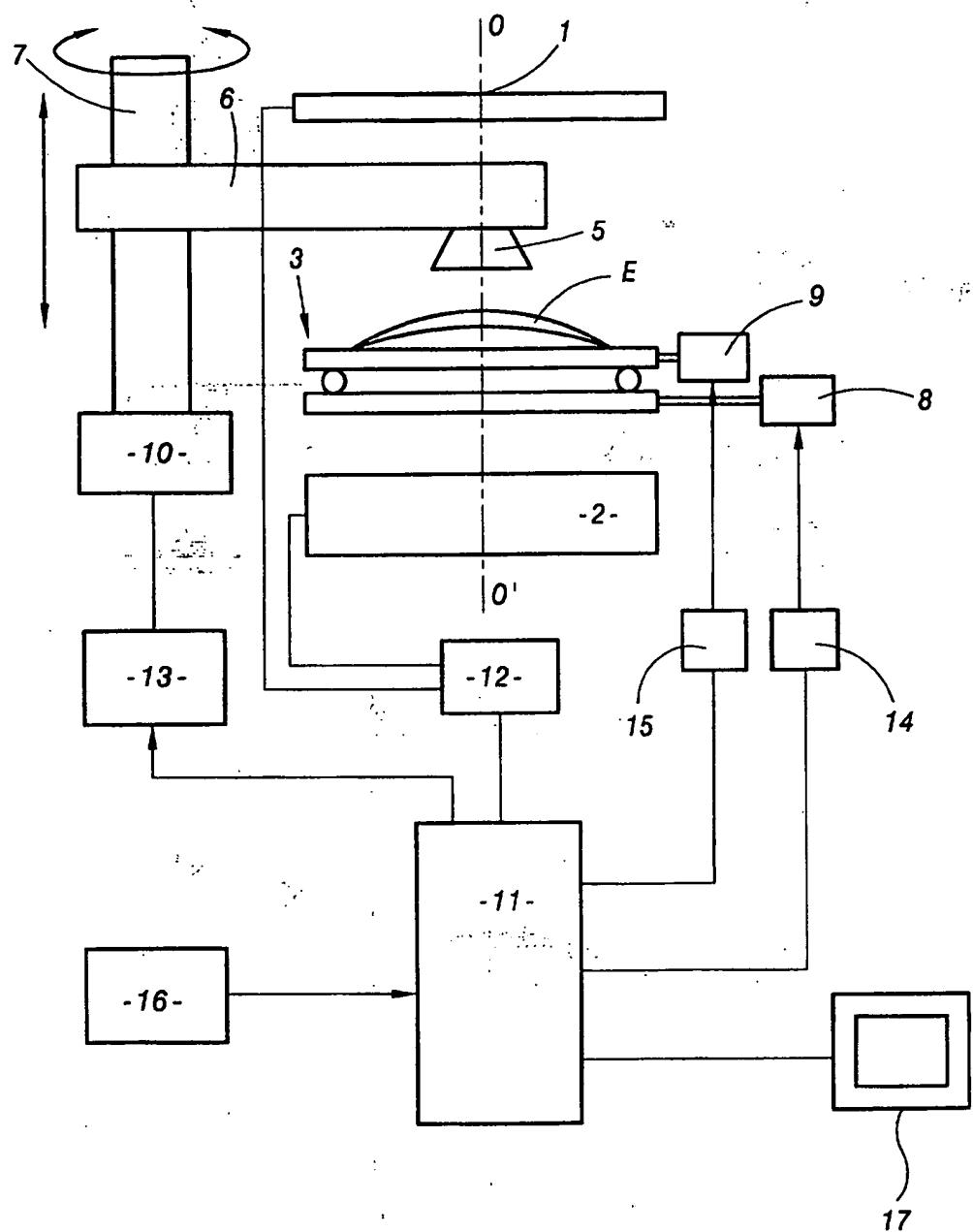


FIG.9

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2799545

N° d'enregistrement
nationalFA 577276
FR 9912513

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 157 (P-464), 6 juin 1986 (1986-06-06) & JP 61 010739 A (TENRIYUU SEIKI KK), 18 janvier 1986 (1986-01-18) * abrégé *	1-11
A	US 4 737 918 A (LANGLOIS JEAN-PIERRE ET AL) 12 avril 1988 (1988-04-12) * le document en entier *	1-11
DOMAINE TECHNIQUE RECHERCHES (Int.Cl.7)		
G01M G02C		
1	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
	8 juin 2000	Zafiropoulos, N
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.